

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002246666  
PUBLICATION DATE : 30-08-02

APPLICATION DATE : 19-02-01  
APPLICATION NUMBER : 2001041337

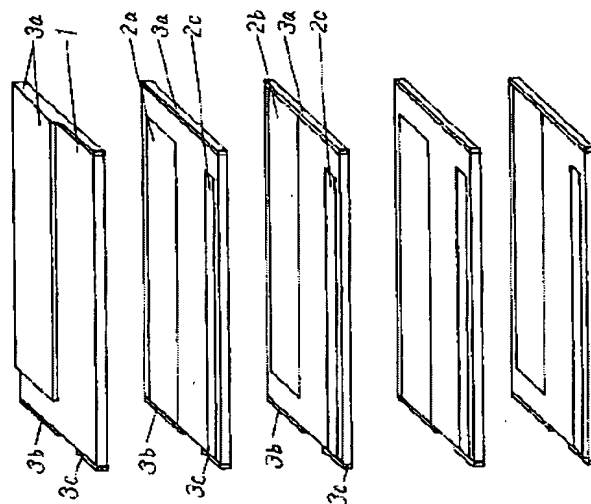
APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : GOTO TAIJI;

INT.CL. : H01L 41/083

TITLE : LAMINATED PIEZO ACTUATOR

1 圧電セラミック  
2a, 2b アクチュエータ用内部電極  
2c センサ用内部電極  
3a 共用外部電極  
3b アクチュエータ用外部電極  
3c センサ用外部電極  
4 積層焼結体



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated piezo actuator incorporating a sensor without making the shape larger than a conventional laminated piezo actuator.

SOLUTION: The actuator is provided with a laminated sintered body 4 constituted of piezo ceramic 1, a plurality of inner electrodes for actuator 2a and 2b, a pair of outer electrodes 3a and 3b where the inner electrodes for actuator 2a and 2b are alternately connected to the surface of the laminated sintered body 4 and an outer electrode for a sensor 3c. One outer electrode in a pair of outer electrodes is set to be the shared outer electrode for actuator and a sensor 3a, and the other to be the outer electrode for an actuator 3b. The outer electrode 3c for sensor is connected to an inner electrode for a sensor 2c, which is confronted with the inner electrodes for actuator 2a and 2b through piezo ceramic 1, so as to install it.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-246666

(P2002-246666A)

(43) 公開日 平成14年8月30日 (2002.8.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 41/083

識別記号

F I

H 0 1 L 41/08

テーマコード(参考)

Q

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-41337(P2001-41337)

(22) 出願日 平成13年2月19日 (2001.2.19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 南 誠一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 後藤 泰司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

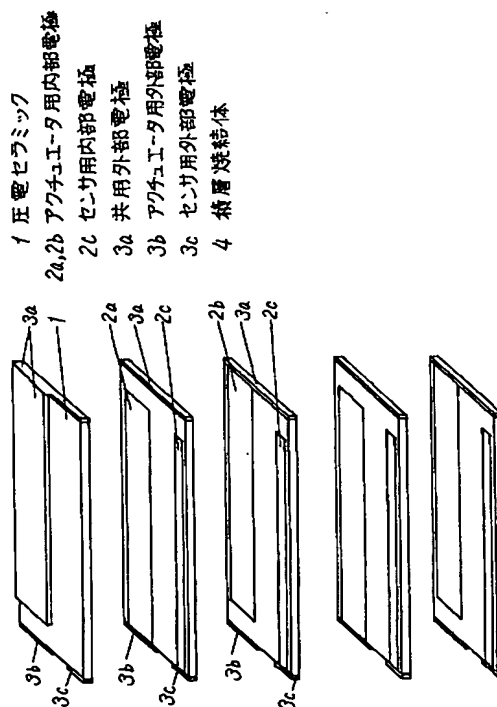
弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 積層圧電アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 従来の積層圧電アクチュエータと比較し形状を大きくすることなく、センサを内蔵した積層圧電アクチュエータを提供することを目的とする。

【解決手段】 圧電セラミック1と複数のアクチュエータ用内部電極2a、2bからなる積層焼結体4と、この積層焼結体4の表面に前記アクチュエータ用内部電極2a、2bが交互に接続される一対の外部電極3a、3bとセンサ用外部電極3cとを備え、前記一対の外部電極は一方はアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極3aとし他方はアクチュエータ用外部電極3bとし、前記センサ用外部電極3cは前記圧電セラミック1を介して前記アクチュエータ用内部電極2a、2bに対向するセンサ用内部電極2cに接続して設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電セラミックと複数のアクチュエータ用内部電極からなる積層焼結体と、この積層焼結体の表面に前記アクチュエータ用内部電極が交互に接続される一対の外部電極とセンサ用外部電極とを備え、前記一対の外部電極は一方はアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極とし、他方はアクチュエータ用外部電極とし、前記センサ用外部電極は前記圧電セラミックを介して前記アクチュエータ用内部電極に対向するセンサ用内部電極に接続した積層圧電アクチュエータ。

【請求項2】 センサ用電極は内部電極として設けた請求項1に記載の積層圧電アクチュエータ。

【請求項3】 センサ用電極はセンサ用外部電極を兼ねて積層焼結体の側面に設けた請求項1に記載の積層圧電アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は位置制御などに用いる積層圧電アクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図9、図10に従来の積層圧電アクチュエータの一例の斜視図及び分解斜視図を示す。

【0003】図9、図10において、11は圧電セラミック層、12a、12bは内部電極、13a、13bは外部電極を示す。ここで内部電極12a、12bで挟まれた部分の圧電セラミック層11は分極領域となり、外部電極13a、13b間に電圧を印加することにより、印加電圧の極性、大きさ、周波数に応じて積層圧電アクチュエータは伸縮または振動する。これを利用して積層圧電アクチュエータは位置制御等を行うために用いられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この構成の積層圧電アクチュエータを用いて位置制御等を行う場合、外部からの振動、衝撃などがある場合には位置精度が乱れるため、衝撃センサ、加速度センサ等のセンサ部品を別に用いて、外部からの振動、衝撃の大きさ、周波数などを検知しながら位置制御、振動制御を行う必要がある。このため、部品点数や部品実装面積が増えるという問題点を有していた。

【0005】本発明は上記従来の問題点を解決するもので、センサ部品を用いる必要がないように、従来の積層圧電アクチュエータと比較して形状を大きくすることなく、センサを内蔵した積層圧電アクチュエータを提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、以下の構成を有するものである。

【0007】本発明の請求項1に記載の発明は、圧電セラミックと複数のアクチュエータ用内部電極からなる積

層焼結体と、この積層焼結体の表面に前記アクチュエータ用内部電極が交互に接続される一対の外部電極とセンサ用外部電極とを備え、前記一対の外部電極は一方はアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極とし、他方はアクチュエータ用外部電極とし、前記センサ用外部電極は前記圧電セラミックを介して前記アクチュエータ用内部電極に対向するセンサ用内部電極に接続した構成を有しており、これにより従来の積層圧電アクチュエータの素子形状を大きくすることなくセンサを内蔵した積層圧電アクチュエータを得ることができる。

【0008】本発明の請求項2に記載の発明は、特に、センサ用電極を内部電極として設けたという構成を有しており、これにより従来の積層圧電アクチュエータの素子形状を大きくすることなくセンサを内蔵した積層圧電アクチュエータを得ることができることに加えて、センサ用内部電極とアクチュエータ用の内部電極間の距離ばらつきがなくなることによって、センサの容量ばらつきを抑制することができるという作用効果も得られる。

【0009】本発明の請求項3に記載の発明は、特に、センサ用電極がセンサ用外部電極を兼ねて積層焼結体の側面に設けたという構成を有しており、これにより従来の積層圧電アクチュエータの素子形状を大きくすることなくセンサを内蔵した積層圧電アクチュエータを得ることができることに加えて、従来の積層圧電アクチュエータに1ヶ所の電極形成を加えるだけでセンサを形成することが可能になるという効果も得られる。

【0010】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）以下、実施の形態1を用いて、本発明の請求項1及び2に記載の発明について説明する。

【0011】図1は本発明の一実施の形態における積層圧電アクチュエータの分解斜視図、図2は本発明の実施の形態1における積層圧電アクチュエータの斜視図、図3は図2のA-B間の断面図、図4は図2のC-D間の断面図、図5は図2のE-F間の断面図、図8は積層圧電アクチュエータの製造工程図である。

【0012】図1～図5において、1は圧電セラミック、2a、2bはアクチュエータ用内部電極、2cはセンサ用内部電極、3aはアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極、3bはアクチュエータ用外部電極、3cはセンサ用外部電極、4は積層焼結体である。

【0013】以下その製造方法を図8の製造工程図を参照しながら説明する。

【0014】まず、平均粒径1 $\mu$ m程度に粉碎したPZT(PbTiZrO<sub>3</sub>)を主成分とした圧電セラミック粉体(チタン酸ジルコン酸鉛系圧電セラミック材料)に有機結合材、可塑剤、有機溶媒を所定量配合し、スラリー混合を行い、シート成形用スラリーを得る。

【0015】その後、ドクターブレード法によってシート成形を行い、圧電セラミック1となる所定厚みの圧電

セラミックグリーンシートを得る。

【0016】次に、この圧電セラミックグリーンシート上に、図1に示す形状のアクチュエータ用内部電極2a、センサ用内部電極2cとなるように金属ペーストを印刷する。この金属ペーストはAgまたはAg-Pdを主成分とし、副成分として少なくとも上記圧電セラミック粉体を金属成分100wt%に対し20wt%以上含有したものである。次いで、この上に金属ペーストを印刷していない圧電セラミックグリーンシートに積層後仮加圧を施し、図1に示す形状のアクチュエータ用内部電極2b、センサ用内部電極2cとなるように金属ペーストを印刷する。

【0017】以降同様に所望の特性を得るように圧電セラミックグリーンシートの積層、仮加圧、金属ペーストの印刷を繰り返す。最後に圧電セラミックグリーンシートを積層、仮加圧して、金属ペーストを印刷せずに積層工程を終了し本加圧する。その後切断し、ほぼ直方体状の積層体を得た。ここで内部電極2a、2b、2cとなる金属ペーストは、一層のセラミック層1となるセラミックグリーンシート上において、長手方向の一方の端部から他方の端部付近まで形成するとともに長手方向で対向するように、かつその一端部が積層体の長手方向の両端面に一層毎に交互に露出するようにした。

【0018】この時ショート不良を防止するために短手方向の端面にはアクチュエータ用内部電極2a、2bとなる金属ペーストが露出しないようにした。つまり、短手方向の端面にアクチュエータ用内部電極2a、2bとなる金属ペーストが露出していると、水分などが付着するとアクチュエータ用内部電極2a、2b間でマイグレーションが発生することによりアクチュエータ用内部電極2a、2b間がショートするのを防止するためである。

【0019】さらにセンサ用内部電極2cとなる金属ペーストは、一層の圧電セラミック層1となるセラミックグリーンシート上において、長手方向の一方の端部から他方の端部付近まで形成するとともに、かつその一端部が積層体の長手方向のどちらかの端部に各層毎に同じ端部から露出するようにした。また、アクチュエータ用内部電極2a、2bとなる金属ペーストとセンサ用内部電極2cとなる金属ペースト間の距離は圧電セラミックグリーンシートの厚みより大きくなるように形成した。これにより、アクチュエータ用内部電極2aと2b間で静電容量の大きいアクチュエータ部、アクチュエータ用内部電極2a、2bとセンサ用内部電極2c間で静電容量の小さいセンサを形成することができる。

【0020】次に、この積層体中の有機結合材を500℃前後で熱処理することにより脱脂し、900～1200℃で1時間焼成した。次に積層焼結体4の厚み、幅、長さを所定の寸法になるように研磨、ダイシングなどの加工を施して加工し、また内部電極2a、2b、2cが

積層焼結体4の長手方向の端部に露出するようにする。

【0021】次いで、図1～図4に示すように内部電極2a、2b、2cが露出した積層焼結体4の両端面及びこれに続く表、裏面に共用外部電極3a、アクチュエータ用外部電極3bを、センサ用外部電極3cは端面にのみそれぞれ形成する。

【0022】次いで、外部電極3a、3b間に、セラミック層1の厚み1mm当たり3kVになる直流電圧を100℃のシリコンオイル中で30分印加する。さらに外部電極3aと3bを短絡し、外部電極3a、3c間に内部電極2aと2cで挟まれた最短距離に対し1mm当たり3kVになる直流電圧を100℃のシリコンオイル中で30分印加し、内部電極2aと2b間、及び内部電極2aと2c間の圧電セラミック部分を分極する。

【0023】これにより、長手方向の長さが20mm、短手方向の長さが2.0mm、積層方向の長さが1.0mm、さらに内部電極2aと2b間の距離30μm、内部電極2aと2cの最短距離100μmの積層圧電アクチュエータを得る。

【0024】以上のように構成された積層圧電アクチュエータについて、以下にその動作を説明する。

【0025】共用外部電極3aとアクチュエータ用外部電極3b間に電圧を印加することにより、長手方向で1V当たり約0.1μmの変位を得ることができる。また、外部からの振動、衝撃等が全くない状態においてアクチュエータ部に電圧を印加した場合のセンサ部からの出力信号をあらかじめ把握しておくことにより、位置決め制御時に実際に外部からの振動、衝撃等があった場合、センサ部からはアクチュエータ部の振動により発生した出力信号と外部からの振動、衝撃に相当する信号が重なって出力されることになる。

【0026】従って、センサ部からの信号成分からあらかじめ把握してあるアクチュエータ部に起因する信号成分を除去することにより、外部からの振動、衝撃に相当する信号のみを計測することができる。これにより、外部からの振動、衝撃などにより位置精度が乱れる場合においても、その信号を用いて外部からの振動、衝撃など加味した適切な位置制御が可能になる。

【0027】以上のように本実施の形態における積層圧電アクチュエータは、圧電セラミック1と複数のアクチュエータ用内部電極2a、2bからなる積層焼結体4と、この積層焼結体4の表面に前記アクチュエータ用内部電極2a、2bが交互に接続される一対の外部電極3a、3bとセンサ用外部電極3cとを備え、前記一対の外部電極は一方はアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極3aとし他方はアクチュエータ用外部電極3bとし、前記センサ用外部電極3cは前記圧電セラミック1を介して前記アクチュエータ用内部電極2a、2bに対向するセンサ用内部電極2cに接続して設けるという構成を有することにより、従来の積層圧電アクチュエータ

の非分極領域であった領域にセンサ部を形成するのと同時に、アクチュエータ用内部電極に対向してセンサ用電極を形成することで、従来の積層圧電アクチュエータの電極に少なくとも1ヶ所の電極形成でセンサを形成することが可能になり、その結果、従来の積層圧電アクチュエータの素子形状を大きくすることなくセンサを内蔵した積層圧電アクチュエータを得ることができるという効果を奏するものである。

【0028】また、特に、センサ用電極を内部電極として設けたという構成を有することにより、センサ用電極用の内部電極とアクチュエータ用の内部電極間の距離ばらつきがなくなることによって、センサの容量ばらつきを抑制することができるという作用効果も奏するものである。

【0029】(実施の形態2)以下、実施の形態2を用いて、本発明の請求項1及び3に記載の発明について説明する。図6は本発明の実施の形態2における積層圧電アクチュエータの斜視図、図7は図6のG-H間の断面図である。

【0030】図6、図7において1は圧電セラミック、2a、2bはアクチュエータ用内部電極、3aはアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極、3bはアクチュエータ用外部電極、3dはセンサ用外部電極、4は積層焼結体である。

【0031】以上のように構成された積層圧電アクチュエータについて、ここでは実施の形態1との差異のみ説明することとする。

【0032】内部電極は実施の形態1におけるセンサ用内部電極2cは不要で、アクチュエータ用とセンサ用の共用内部電極として2a、2bを実施の形態1と同形状になるようにする。外部電極は実施の形態1と同様に内部電極2a、2bが露出した積層焼結体4の両端面及びこれに続く表、裏面に3a、3bを、3dを図6のように片端面にのみ形成する。この際、外部電極3a及び3bと外部電極3d間でのショートを防ぐため、外部電極3a及び3bは端面全体には印刷せず、外部電極3d側を控えて形成する。尚、実施の形態2ではアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極3aとアクチュエータ用外部電極3bが逆になってもよい。

【0033】次いで実施の形態1と同様に、外部電極3a、3bを短絡し、外部電極3a、3d間に、内部電極2aと外部電極3d間の最短距離に対し1mm当たり3kVになる直流電圧を100℃のシリコンオイル中で30分印加し、内部電極2aと2b間、及び内部電極2aと外部電極3d間の圧電セラミック部分を分極する。

【0034】以上のように本実施の形態2における積層圧電アクチュエータは、従来の積層圧電アクチュエータの素子形状を大きくすることなくセンサを内蔵した積層圧電アクチュエータを得ることができるという効果を奏するものである。

【0035】また特に、センサ電極をセンサ用外部電極を兼ねて積層焼結体の側面に設けたという構成を有することにより、従来の積層圧電アクチュエータの電極に1ヶ所だけの電極形成でセンサを形成することが可能という効果を奏するものである。

【0036】尚、上記実施の形態においては、積層圧電アクチュエータに電圧を印加した場合長手方向の変位について説明していたが、積層方向の積層数を多くし積層方向の変化量を長手方向、短手方向よりも大きくした積層圧電アクチュエータにおいても同様の効果が得られる。

【0037】

【発明の効果】以上のように本発明は、圧電セラミックと複数のアクチュエータ用内部電極からなる積層焼結体と、この積層結体の表面に前記アクチュエータ用内部電極が交互に接続される一対の外部電極とセンサ用外部電極とを備え、前記一対の外部電極は一方はアクチュエータ用とセンサ用の共用外部電極とし、他方はアクチュエータ用外部電極とし、前記センサ用外部電極は前記圧電セラミックを介して前記アクチュエータ用内部電極に対向するセンサ用内部電極に接続した構成を有することにより、従来の積層圧電アクチュエータの非分極領域であった領域にセンサ部を形成するのと同時に、アクチュエータ用内部電極に対向してセンサ用電極を形成することで、従来の積層圧電アクチュエータの電極に少なくとも1ヶ所の電極形成でセンサを形成することが可能になり、その結果、従来の積層圧電アクチュエータと比較し形状を大きくすることなくセンサを内蔵した積層圧電アクチュエータを得ることができるという効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における積層圧電アクチュエータの分解斜視図

【図2】本発明の実施の形態1における積層圧電アクチュエータの斜視図

【図3】図2のA-B間の断面図

【図4】図2のC-D間の断面図

【図5】図2のE-F間の断面図

【図6】本発明の実施の形態2における積層圧電アクチュエータの斜視図

【図7】図6のG-H間の断面図

【図8】本発明の実施の形態1における積層圧電アクチュエータの製造工程図

【図9】従来の積層圧電アクチュエータの斜視図

【図10】従来の積層圧電アクチュエータの分解斜視図

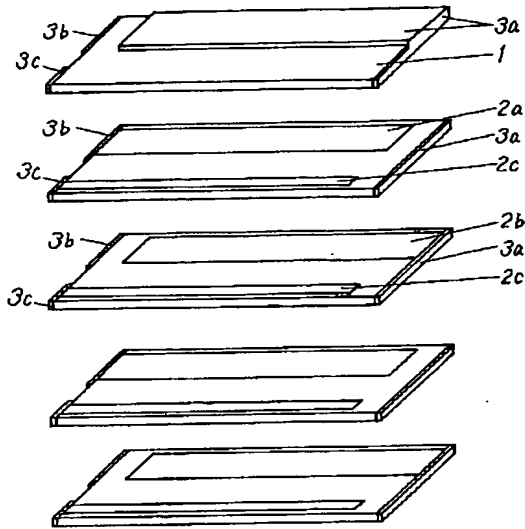
【符号の説明】

- 1 圧電セラミック
- 2a アクチュエータ用内部電極
- 2b アクチュエータ用内部電極
- 2c センサ用内部電極

3a 共用外部電極  
3b アクチュエータ用外部電極  
3c センサ用外部電極

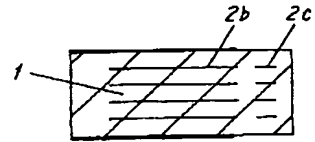
3d センサ用外部電極  
4 積層焼結体

【図1】

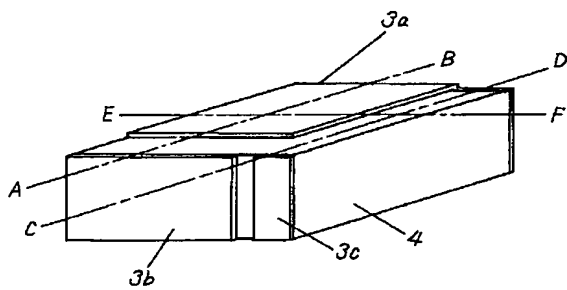


1 圧電セラミック  
2a, 2b アクチュエータ用内部電極  
2c センサ用内部電極  
3a 共用外部電極  
3b アクチュエータ用外部電極  
3c センサ用外部電極  
4 積層焼結体

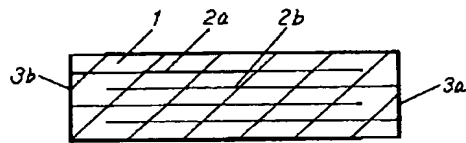
【図5】



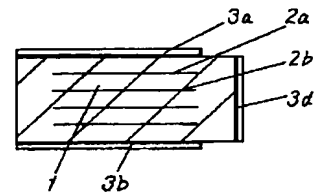
【図2】



【図3】



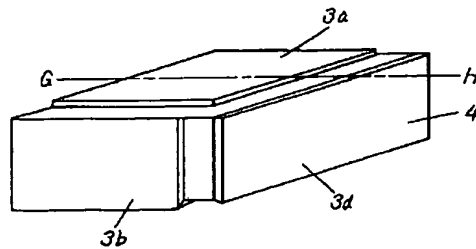
【図7】



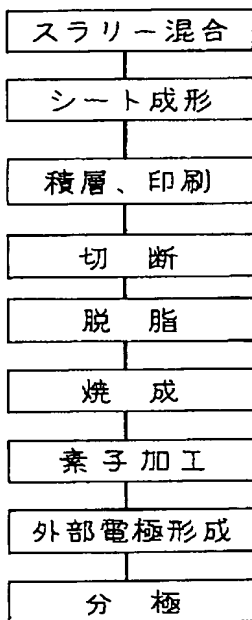
【図4】



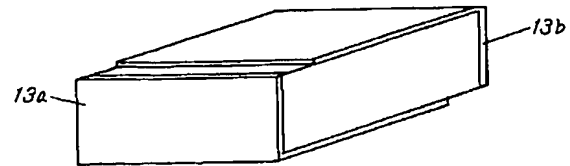
【図6】



【図8】



【図9】



【図10】

